



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**TEKNO EKONOMI PRODUKSI BIOETANOL  
BERBAHAN BAKU BAGAS**

**TESIS**

**RATIH WAHYU MURTI**

**0806422706**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM PASCA SARJANA TEKNIK INDUSTRI**

**DEPOK**

**JUNI 2010**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**TEKNO EKONOMI PRODUKSI BIOETANOL  
BERBAHAN BAKU BAGAS**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik**

**RATIH WAHYU MURTI**

**0806422706**

**UNIVERSITAS INDONESIA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM PASCA SARJANA TEKNIK INDUSTRI**

**DEPOK**

**JUNI 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya sendiri,

Dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk

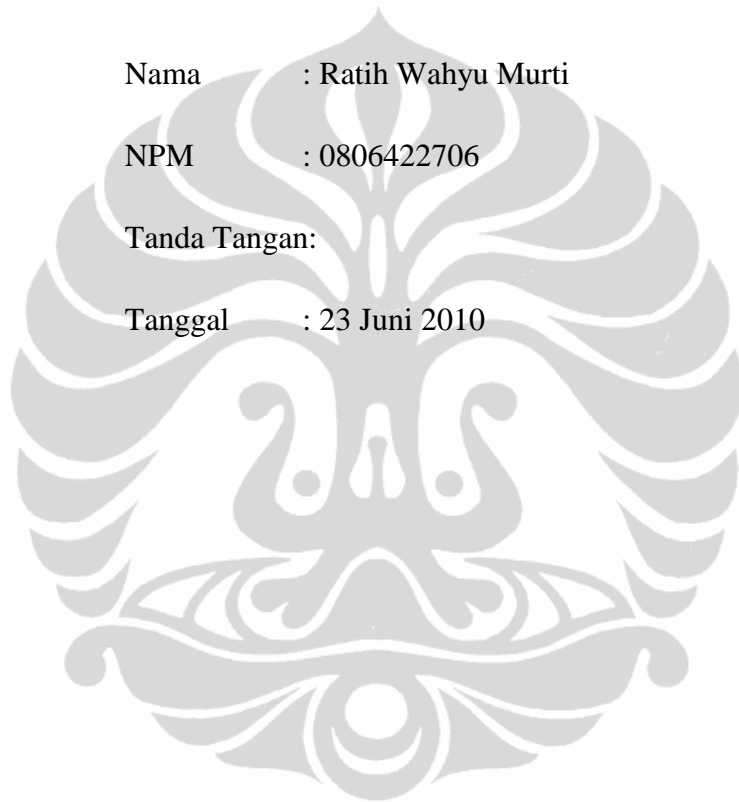
Telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Ratih Wahyu Murti

NPM : 0806422706

Tanda Tangan:

Tanggal : 23 Juni 2010



## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Ratih Wahyu Murti

NPM : 0806422706

Program Studi : Teknik Industri

Judul Tesis : Tekno Ekonomi Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Farizal, Ph.D

(  )

Pembimbing 2 : Ir. Erlinda Muslim, MEE

(  )

Penguji 1 : Ir. Amar Rachman, MEIM

(  )

Penguji 2 : Ir. Sri Bintang Pamungkas, MSIE, Ph.D

(  )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Juni 2010

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya ucapkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Program Studi Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Farizal, Ph.D, dan Ibu Ir. Erlinda Muslim, MEE, selaku dosen pembimbing yang telah membarikan bimbingan, dorongan, motivasi, arahan, ilmu dan masukan kepada penulis.
2. Bapak Ir. Sri-Bintang Pamungkas, MSISE, PhD, dan Bapak Ir. Amar Rahman, MEIM, dan seluruh pengajar Teknik Industri Universitas Indonesia yang telah memberikan pengetahuan yang sangat bermanfaat bagi penulis.
3. Bapak Wahyono dan Ibu Leiliana Murtiningsih selaku orang tua yang telah memberikan semangat dan dukungan moril maupun materil kepada penulis.
4. Seluruh keluarga besar yang telah memberikan semangat serta dukungan.
5. Rekan-rekan mahasiswa Pascasarjana Teknik Industri 2008 Depok atas dukungan dan kerjasamanya.
6. Serta berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu untuk segala kontribusinya.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Dan semoga tesis ini juga memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 23 Juni 2010

Ratih Wahyu Murti

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ratih Wahyu Murti  
NPM : 0806422706  
Program Studi : Teknik Industri  
Departemen : Teknik Industri  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

### **“Tekno Ekonomi Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : Juni 2010

Yang Menyatakan,

(Ratih Wahyu Murti)

## ABSTRAK

Nama : Ratih Wahyu Murti

Program Studi : Teknik Industri

Judul : Tekno Ekonomi Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas

Pengembangan energi terbarukan yang cukup potensial di Indonesia adalah pengembangan *biofuel*, yaitu energi yang berasal dari biomassa menjadi biodiesel dan bioetanol. Bioetanol berbahan baku bagas, berasal dari residu padat industri tebu, dilakukan dengan teknologi bioproses dengan pendekatan enzimatik dan sistem *Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF)*, serta perlakuan awal bagas dengan bantuan pembibitan jamur tiram. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh suatu kelayakan investasi dari produksi bioetanol berbahan baku bagas dengan metode tekno ekonomi, menggunakan metode *Net Present Value (NPV)*, *Internal Rate of Return (IRR)*, dan *Payback Period (PBP)*.

Analisis tekno-ekonomi produksi bioetanol berbahan baku bagas dengan kapasitas produksi sebesar 170 liter per hari dengan harga jual sebesar Rp.10.000 per liter dilakukan pada dua skenario. Skenario pertama, produksi bioetanol dan perlakuan awal bagas dengan jamur dilakukan oleh satu pihak, diperoleh NPV negatif sebesar Rp. 39.817.179.569,10. Sedangkan untuk skenario dua, produksi bioetanol dan perlakuan awal bagas dengan jamur dilakukan oleh dua pihak yang berbeda, diperoleh NPV negatif sebesar Rp. 59.449.434.727,52. Dengan demikian, produksi bioetanol berbahan baku bagas dengan kapasitas produksi sebesar 170 liter per hari dengan harga jual sebesar Rp.10.000 per liter adalah tidak layak untuk dilakukan.

Dari hasil analisis diatas, dilakukan analisis sensitivitas pada skenario pertama, mengingat NPV yang diperoleh skenario pertama lebih besar dibandingkan dengan skenario kedua. Analisis sensitivitas dilakukan terhadap penurunan harga enzim, penurunan harga listrik, serta peningkatan harga jual etanol yang dihasilkan. Penurunan yang dilakukan terhadap harga enzim, harga listrik dan peningkatan terhadap harga jual, maka produksi bioetanol berbahan baku bagas dengan kapasitas produksi sebesar 170 liter per hari adalah layak untuk dilakukan dengan harga jual sebesar Rp. 16.500 per liter, harga listrik sebesar Rp. 200 per kwh, dan harga enzim sebesar Rp. 6.300 per liter, diperoleh NPV sebesar Rp.491.670.277,53, IRR sebesar 11% dan PBP pada tahun ke duabelas investasi.

**Kata Kunci** : Tekno-ekonomi, Biofuel, Bioetanol, Bagas

## ABSTRACT

Name : Ratih Wahyu Murti

Study Program: Industrial Engineering

Title : Techno Economic Production of Bagasse Based Bioethanol

The development of potential renewable energy in Indonesia would be the development of biofuel, the energy that is produced from the process of biomass into biodiesel and also bioethanol. Bioethanol which are made from raw bagasse, comes from the solid residue of sugar cane industries, are processed with the technology of bioprocess through enzymatic and Sacharification and Simultaneous Fermentation (SSF) approach, and also pretreatment of bagasse with the help of oyster mushroom breeding. The purpose of this research is meant to acquire feasibility of an investation in the production of bioethanol from bagasse with the method of techno economics, using Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) and Payback Period (PBP).

Techno-economic analysis carried out on two scenarios. The first scenario, the production of bioethanol and pretreatment of bagasse with fungi carried by one hand, the result is a negative NPV of Rp. 39.817.179.569,10. While for the second scenario, the production of bioethanol and pretreatment of bagasse with fungi carried by two different parties, the result is negative NPV of Rp.59.449.434.727,52. Thus, the production of bioethanol made from bagasse with a production capacity of 170 liters per day for a price of IDR 10,000 per liter is not feasible to be done.

From the analysis result mantioned above, it had been performed sensitivity analysis on the first scenario by considering that the NPV obtained in the first scenario was greater than the second scenario. The sensitivity analysis is conducted towards the decreasing of enzyms and electricity prices and also towards the increasing in ethanol selling price, that are produced. The decreasing of prices towards enzyms and electricity prices and also the increasing of ethanol selling price resulted that the production of bagasse based bioethanol with the production capacity of 170 liter per day is feasible to be conducted with the ethanol selling price of IDR 16.500 per liter, electricity price of IDR 200 per KWH and enzym price of IDR 6.300 per liter would generate an NPV of IDR 491.670.277, 53, IRR of 11%, and PBP on the twelfth year of investment.

Keywords: Techno-economic, Biofuels, Bioethanol, Bagasse



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 <b>Latar Belakang Penelitian</b> .....	<b>1</b>
1.2 <b>Diagram Keterkaitan Masalah</b> .....	<b>2</b>
1.3 <b>Perumusan Masalah</b> .....	<b>3</b>
1.4 <b>Tujuan Penelitian</b> .....	<b>3</b>
1.5 <b>Batasan Penelitian</b> .....	<b>4</b>
1.6 <b>Metodologi Penelitian</b> .....	<b>4</b>
1.7 <b>Sistematika Penulisan</b> .....	<b>5</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1 <b>Biofuel</b> .....	<b>7</b>
2.2 <b>Bioetanol</b> .....	<b>10</b>
2.3 <b>Kegunaan Etanol Sebagai Bahan Baku</b> .....	<b>12</b>
2.4 <b>Pemodelan Dalam Penelitian</b> .....	<b>13</b>
2.4.1 Pemodelan .....	13
2.4.2 Tebu .....	14
2.4.3 Bagas .....	15
2.4.4 Jamur Tiram .....	17
2.4.5 Teknologi Pengolahan Bioetanol .....	18
2.5 <b>Pengertian Dasar Investasi</b> .....	<b>20</b>
2.6 <b>Pengertian Studi Kelayakan Investasi</b> .....	<b>21</b>
2.7 <b>Langkah-langkah Studi Kelayakan Keuangan</b> .....	<b>22</b>

2.8	<b>Konsep Dasar Biaya</b> .....	25
2.8.1	Pengertian Biaya .....	25
2.8.2	Klasifikasai Biaya .....	26
2.8.3	Depresiasi .....	27
2.9	<b>Pengertian Ekonomi Teknik</b> .....	28
2.9.1	Konsep Nilai Waktu Terhadap Uang .....	28
2.9.2	Konsep Kesamaan Nilai .....	29
2.10	<b>Kriteria Penilaian Investasi</b> .....	31
<b>BAB III</b>	<b>PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA</b> .....	<b>33</b>
3.1	<b>Lokasi Penelitian</b> .....	33
3.2	<b>Pasar Bioetanol</b> .....	34
3.3	<b>Aspek Teknis Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas</b> .....	34
3.3.1	Perlakuan Awal Bagas dengan Jamur .....	35
3.3.2	Proses Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas .....	36
3.3.3	Peralatan Pendukung Proses Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas .....	39
3.4	<b>Organisasi Inti dan Plasma Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas</b> .....	40
3.5	<b>Aspek Ekonomi Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas</b> .....	41
3.5.1	Skenario I .....	43
3.5.2	Skenario II .....	49
<b>BAB IV</b>	<b>PEMBAHASAN</b> .....	<b>52</b>
4.1	<b>Analisis Biaya Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas</b> .....	52
4.2	<b>Analisis Kelayakan investasi Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas</b> .....	53
4.3	<b>Analisis Sensitivitas Faktor Dominan Kelayakan Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas</b> .....	53
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>59</b>
5.1	<b>Kesimpulan</b> .....	59
5.2	<b>Saran</b> .....	60
	<b>DAFTAR REFERENSI</b> .....	<b>61</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Keterkaitan Masalah .....	3
Gambar 1.2	Kerangka Pemecahan Masalah .....	5
Gambar 2.1	Target Energi Mix 2025 .....	9
Gambar 2.2	Skema Model Penelitian .....	14
Gambar 2.3	Deskripsi Bagas .....	16
Gambar 2.4	Siklus Kegiatan Teknologi Yang Berorientasi Ekonomis .....	21
Gambar 3.1	Peta Jawa Timur .....	33
Gambar 3.2	Proses Perlakuan Awal Bagas Dengan Jamur Tiram .....	37
Gambar 3.3	Proses Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas .....	38
Gambar 3.4	Reaktor Dan Distilator Bioetanol Berbahan Baku Bagas .....	39
Gambar 4.1	Analisis Sensitivitas Terhadap Harga Enzim, Harga Listrik dan Harga Jual Etanol .....	56
Gambar 4.2	Analisis Sensitivitas Terhadap Penurunan Harga Enzim, Penurunan Harga Listrik dan Peningkatan Harga Jual Etanol Secara Simultan....	58

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Pemanfaatan Biofuel .....	9
Tabel 2.2	Proyeksi Penggunaan Biofuel (Juta Kl) .....	9
Tabel 2.3	Proyeksi Kebutuhan Bahan Baku Bioetanol Pada Tahun 2010 .....	11
Tabel 2.4	Jumlah Produksi Bioetanol Di Indonesia .....	12
Tabel 2.5	Proyeksi Kebutuhan Bioetanol Untuk Subsidi Premium .....	12
Tabel 2.6	Komposisi Penyusun Bagas .....	15
Tabel 3.1	Perusahaan Budidaya Jamur Tiram .....	42
Tabel 3.2	Perusahaan Bioetanol Sejenis Yang Dijadikan Sebagai Acuan ....	43
Tabel 3.3	Dasar Perhitungan Analisis Ekonomi Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas .....	44
Tabel 3.4	Biaya Peralatan Proses Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas Dengan Kapasitas 170 liter/hari (2010), Skenario I .....	45
Tabel 3.5	Biaya Operasional Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas, Kapasitas 170 liter/hari (2010), Skenario I .....	46
Tabel 3.6	Total Modal Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas, Kapasitas Produksi 170 liter/hari (2010), Skenario I .....	47
Tabel 3.7	Biaya Peralatan Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas, Kapasitas 170 liter/hari (2010), Skenario II .....	49
Tabel 3.8	Biaya Operasional Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas, Kapasitas 170 liter/hari (2010), Skenario II .....	50
Tabel 3.9	Total Modal Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas, Kapasitas Produksi 170 liter/hari (2010), Skenario II .....	51
Tabel 4.1	Perbandingan Biaya Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas ..	52
Tabel 4.2	Analisis Sensitivitas Harga Enzim Terhadap NPV, IRR, PBP .....	54
Tabel 4.3	Analisis Sensitivitas Harga Listrik Terhadap NPV, IRR, PBP .....	55
Tabel 4.4	Analisis Sensitivitas Harga Jual Etanol Terhadap NPV .....	56
Tabel 4.5	Analisis Sensitivitas Harga Enzim dan Harga Listrik Terhadap NPV, IRR, PBP .....	57
Tabel 4.6	Analisis Sensitivitas Harga Enzim dan Harga Jual Etanol Terhadap NPV, IRR, PBP .....	57

## DAFTAR LAMPIRAN

Tabel Lampiran I.1	Biaya Penyusutan Peralatan dan Bangunan Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas, Kapasitas 170 liter/hari (2010), Skenario I .....	63
Tabel Lampiran I.2	Harga Bahan Baku Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas, Kapasitas 170 liter/hari (2010), Skenario I .....	64
Tabel Lampiran I.3	Biaya Tetap Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas, Kapasitas 170 liter/hari, Skenario I .....	64
Tabel Lampiran I.4	Perkiraan Laba Rugi Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas, Kapasitas 170 liter/hari (2010), Skenario I .....	65
Tabel Lampiran I.5	Arus Kas Penerimaan dan Pengeluaran Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas, Kapasitas 170 liter/hari, Skenario I ...	66
Tabel Lampiran I.6	Arus Kas Penerimaan dan Pengeluaran Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas, Kapasitas 170 liter/hari, Skenario I (Lanjutan).....	67
Tabel Lampiran II.1	Biaya Penyusutan Peralatan dan Bangunan Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas, Kapasitas 170 liter/hari (2010), Skenario II .....	68
Tabel Lampiran II.2	Harga Bahan Baku Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas, Kapasitas 170 liter/hari (2010), Skenario II .....	69
Tabel Lampiran II.3	Biaya Tetap Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas, Kapasitas 170 liter/hari, Skenario II .....	70
Tabel Lampiran II.4	Perkiraan Laba Rugi Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas, Kapasitas 170 liter/hari (2010), Skenario II .....	70
Tabel Lampiran II.5	Arus Kas Penerimaan dan Pengeluaran Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas, Kapasitas 170 liter/hari, Skenario II ..	71
Tabel Lampiran II.6	Arus Kas Penerimaan dan Pengeluaran Produksi Bioetanol Berbahan Baku Bagas, Kapasitas 170 liter/hari, Skenario II (Lanjutan).....	72